

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平11-513162

(43) 公表日 平成11年(1999)11月9日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 0 6 T 17/00

G 0 6 F 15/62

3 5 0 A

5/20

15/68

4 0 0 A

15/00

15/72

4 5 0 A

H 0 4 N 7/24

H 0 4 N 7/13

Z

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求(全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平10-507749
 (86) (22) 出願日 平成9年(1997)6月18日
 (85) 翻訳文提出日 平成10年(1998)3月30日
 (86) 国際出願番号 PCT/IB97/00733
 (87) 国際公開番号 WO98/06064
 (87) 国際公開日 平成10年(1998)2月12日
 (31) 優先権主張番号 9616262.3
 (32) 優先日 1996年8月2日
 (33) 優先権主張国 イギリス (GB)
 (81) 指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L U, MC, NL, PT, SE), JP, KR

(71) 出願人 フィリップス エレクトロニクス ネムローゼ フェンノートシャップ
 オランダ国 5621 ベーアー アイन्दーフエン フルーネヴァウツウェッハ 1
 (72) 発明者 ギャラリー リチャード デヴィッド
 オランダ国 5656 アーアー アイन्दーフエン プロフ ホルストラーン 6
 (72) 発明者 ブリス ネイサン デヴィッド
 オランダ国 5656 アーアー アイन्दーフエン プロフ ホルストラーン 6
 (74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外5名)

(54) 【発明の名称】 コンピュータグラフィック画像用フォーカス/デフォーカス効果の後処理発生

(57) 【要約】

3次元物体のコンピュータ発生画像(10)を後処理して画素画像として表示する方法及び装置を開示している。各画像フレームに対し焦点深度がユーザにより、又はシステム内から指定される。画素を隣接画素の互いに重複しないブロック(12)にグループ化し、各ブロックに対し単一のデプス値を予め指定するか実行時に計算する。次に各ブロックを画像から抽出し、ブロック内の画素を共通のフィルタ係数セットを用いてコンボリューションフィルタ処理する。フルフィルタカーネルを形成し得ない区域(18)をパディング処理により埋めることができる。この技術はMPEG符号化画像ストリームに対し特に好適であり、この場合には既存のMPEGマクロブロック仕様を有利に利用することができる。

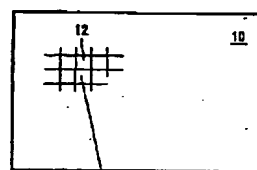


FIG. 1A

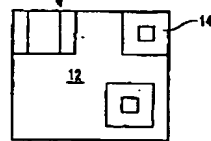


FIG. 1B

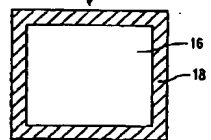


FIG. 1C

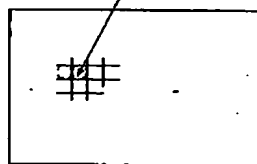


FIG. 1D

【特許請求の範囲】

1. 3次元物体のコンピュータ発生画像を後処理して、各画像フレームに対し指定された焦点深度を有する画素列として表示するにあたり、各画素を該画素の回りの他の画素からの寄与及び焦点深度により部分的に決定されるフィルタ係数を用いてフィルタ処理する方法において、画素を隣接する画素のブロックにグループ化し、各ブロックごとに単一のデプス値を指定し、ブロックのすべての画素を該ブロックデプス値により付加的に決定した同一のフィルタ係数でフィルタ処理することを特徴とするコンピュータ発生画像の後処理方法。
2. 画像がMPEGストリームとして符号化され、隣接画素のブロックがMPEGマクロブロックであることを特徴とする請求項1記載の方法。
3. 各マクロブロックに対するデプス値を予め計算し、MPEGストリームに符号化することを特徴とする請求項2記載の方法。
4. ブロックの各画素に対し各別のデプス値が指定され、ブロックに対するデプス値を個々の画素のデプス値の加重平均値として導出することを特徴とする請求項1～3の何れかに記載の方法。
5. ブロックの各画素に対し各別のデプス値が指定され、ブロックに対するデプス値を個々の画素のデプス値の多数決により導出することを特徴とする請求項1～3の何れかに記載の方法。
6. ブロックのほぼすべての画素を、ブロックの他の画素からの寄与を有するフィルタカーネルを用いてコンボリューションフィルタ処理することを特徴とする請求項1記載の方法。
7. ブロックのエッジからカーネル幅の半分より小さいブロックの画素に対しフィルタカーネル寄与を発生させるパディングステップを更に具えることを特徴とする請求項6記載の方法。
8. 請求項1記載の方法を実施する画像処理装置であって、関連するデプス値を有する複数の画素値を受信し格納するバッファメモリと、バッファから画像ブロック画素値及びデプス値を識別し抽出し、ブロックデプス値及び予め決められた焦点深度値に基づいてフィルタ処理を行うように構成されたフィルタとを

具えることを特徴とする画像処理装置。

9. バッファからブロックの各画素に対し個々に指定された画素デプス値を抽出し、個々の画素値から単一のブロックデプス値を導出する計算手段を更に具えていることを特徴とする請求項8記載の装置。

10. 前記フィルタはコンボリューションフィルタであり、前記バッファメモリがフィルタカーネルをカバーするのに十分な画素値を格納することを特徴とする請求項8記載の装置。

11. 焦点深度が制御可能で可変であり、焦点深度値をコンボリューションフィルタに供給するユーザ操作入力手段を更に具えていることを特徴とする請求項8記載の装置。

【発明の詳細な説明】

コンピュータグラフィック画像用フォーカス／デフォーカス効果
の後処理発生

本発明は、コンピュータ発生画像を変更する方法及び装置、特にフォーカシング／デフォーカシング（即ちぼけ）効果を選択的に付与して2次元表示に3次元画像の見かけの深さを与える方法及び装置に関するものである。

合成式に発生されるコンピュータグラフィック画像は一様に鮮明である、即ち画像のすべての部分が合焦であるという欠陥をこうむるが、フォーカス／デフォーカス効果のシミュレーションは計算能力の点及びメモリ容量の点で費用がかかる場合が多い。デフォーカス効果を与える技術の一例は、M.Potmesil, I.Chakravarthy著、"Synthtic Image Generation with a Lenz and aperture Model", ACM Transaction on Graphics, Vol.1, No.2, April 1982, pp.85-108 に記載されている。しかしPotmesilの技術は計算に費用がかかり、リアルタイムシステムに実現し得ない。

僅かに簡単な他の技術がJ-F Colonna 著、"Two 2D Postprocessing Tools and their Applications to Improvement of 3D Pictures", The Visual Computer(1994), pp.239-242 に記載されている。Colonna は、汎用乗算テーブルに基づく可変長コンボリューションフィルタを用いて、焦点深度からのz軸に沿う（前景方向又は背景方向への）距離の増大につれてフィルタ長の変化を増大させることにより画像に深さ又は奥行き印象を与える後処理ツールを記載している。Colonna のフィルタ配置における特徴の共有性により生ずる相対的な単純化にもかかわらず、この技術は各画素ごとにそのデプス値（深さ又は奥行き）に対し適切なフィルタを選択する所要の処理ステップにより依然として低速である。

Colonnaのようなシステムでは、鋭く後退する表面及び深さの不連続部において他の問題が生じ、これらの問題は本出願人の国際特許出願WO 96/14621 に記載されており、この特許出願には、3次元物体のコンピュータ発生画像を後処理して各画素に対する各別のデプス値及び各画像フレームに対し指定された焦

点深度を有する画素の列として表示する方法及び装置が提案されている。各画素

は該画素の回りの他の画素からの寄与及び画素デプス値及び焦点深度により決まるフィルタ係数を用いてフィルタ処理する。これらのフィルタ寄与は、各寄与画素ごとに、寄与画素デプス値、画素デプス値及び焦点深度を適切に関連させる禁止関数により決まる量だけ選択的に禁止される。

この技術は、Potmesil及びColonnaのようなシステムにより必要とされるプロセッサ電力より低い電力で、良好な品質のフォーカス／デフォーカス効果を得ることができるが、もっと高速度（リアルタイム）実施が可能なもっと簡単な技術が必要とされている。

従って、本発明の目的は、リアルタイム実施が可能な計算に費用がかからない技術を提供することにある。

本発明の他の目的は、ブロック単位符号化画像（例えばJ P E G及びM P E G）に適用するのが好適なこのような技術を提供することにある。

本発明は、3次元物体のコンピュータ発生画像を後処理して、各画像フレームに対し指定された焦点深度を有する画素列として表示するにあたり、各画素を該画素の回りの他の画素からの寄与及び焦点深度により部分的に決定されるフィルタ係数を用いてフィルタ処理する方法において、画素を隣接する画素のブロックにグループ化し、各ブロックごとに単一のデプス値を指定し、ブロックのすべての画素をブロックデプス値により付加的に決定した同一のフィルタ係数でフィルタ処理することを特徴とする。

ブロック単位処理により、フィルタ決定及びデプス比較の双方がブロックの大きさの分だけ減少するため、この技術はリアルタイムに実施することができる。尚、関心のある深さの区域以外の区域に対するデフォーカスフィルタリングは完全に正確ではないが、観察者の注意は通常このような区域に向けられず焦点のあった特徴部に向けられるのでこれは問題にならない。この技術は画素単位計算（例えばW O 9 6 / 1 4 6 2 1）前の予備ステップとして適用することもできる。實際上、この技術は初期の”粗”ぼけ高速付与に使用することができる。

本発明方法はその全体を後処理に適用することができ、画像がM P E Gストリームとして符号化され、隣接画素のブロックがM P E Gマクロブロックである場

合に特に有利である。これは、各マクロブロックに対するデプス値を予め計算し、MPEGストリームに符号化すると更に有利である。

各別のデプス値がブロックの各画素ごとに指定される場合には、ブロックに対するデプス値を個々の画素の深度値の加重平均値として導出することができ、また個々の画素のデプス値の多数決選択により又は後述する他の技術により導出することができる。

ブロックのほぼすべての画素を、ブロックの他の画素からの寄与を有するフィルタカーネルを用いてコンボリューションフィルタ処理するのが好ましい。フィルタ処理がブロックの総合サイズを減少するように作用する場合には、後述する種々の技術によりパディングを発生させて、ブロックのエッジからカーネルの幅の半分より小さいブロックの画素に対しフィルタカーネル寄与を発生させることができる。このようにすると、フィルタ処理されたブロックをフィルタ処理されないものと同じのサイズに維持することができる。

本発明は、更に、上述した後処理方法を実行する画像処理装置を提供する。この装置は、関連するデプス値を有する複数の画素値を受信し格納するバッファメモリと、バッファ画像からブロック画素値及びデプス値を識別し抽出し、ブロックデプス値及び予め決められた焦点深度値に基づいてフィルタ処理を行うように構成されたフィルタとを具える。

この装置は、更に、バッファからブロックの各画素に対し個々に指定された画素デプス値を抽出し、個々の画素値から単一のブロックデプス値を導出する計算手段を具えることができる。前記フィルタはコンボリューションフィルタとすることができ、前記バッファメモリにフィルタカーネルをカバーするに十分な画素値を格納することができる。焦点深度は制御可能に可変にすることができ、装置は、焦点深度値をコンボリューションフィルタに供給するユーザ操作入力手段を更に具えることができる。

以下に図面を参照して本発明の好適実施例を一例として説明する。図面において、

図1は本発明の実施における画像ブロックの抽出、処理及びパッチングを図式的に示し、

図2は焦点深度に対し付与されるぼけの程度の変化を示す第1のグラフであり

、
図3は被写体深度に対し付与されるぼけの程度の変化を示す第2のグラフであり、

図4は本発明を実施する計算及びコンボリューションフィルタリング段に対するバッファメモリの配置を示す。

図1から説明する。以下の記載は、画像10が伝統的なZバッファ技術（例えば”Computer Graphics: Principles and Practice”、Foley, van Dam, Feiner及びHughes著、第2版(1990)、Addison-Wesley発行、ISBN 0-201-12110-7、pp.668-672、に記載されている）で示されたものであるものとする。このような技術は当業者が精通しており、本発明の説明のためには、画像10の個々の画素の色を表す一組のRGB値が与えられ、且つ各画素ごとにこの画素のデプス値（深さ又は奥行き）を表す値 Z_p が与えられているものとみなして十分である。

図1に図式的に示すように、プロセスは画像10を図1Aに示すように一連のブロック12に分割することにより始まる。後述するように、小サイズのブロックに対する精度の向上と小ブロックに対し必要とされる処理の増大との兼ね合いをとる必要があるが、 10×10 画素平方程度のブロックサイズが許容しうる結果をもたらすことが確かめられた。特に画像データソースが16画素平方のブロック（マクロブロックと称されている）に規定されたMPEG1の画像ストリームであるとき、又は 16×8 画素マクロブロックを有するMPEG2ストリームであるときに有利である。既に規定されたこれらのマクロブロックの場合には、ぼけを実現する後処理システムにより実行すべき仕事量が減少する。この仕事は、MPEGストリームが更にブロック単位デプス値を含む場合に更に減少し、処理速度を増大させることができる。ブロック単位デプス値は以下に記載するいくつかの可能な技術の一つにより導出することができる。

次に、図1Bに示すように、画像の各ブロック12を処理のために画像から抽出する。抽出した画素ブロックを明瞭のためにのみ拡大して示す。抽出したブロックの画素をフィルタカーネル（核）14としてサブグループ化してフィルタ処理する。各カーネルはその中心に原点を有する。上述の 10×10 画素ブロック

に対しては、9画素（ 3×3 ）のカーネルが品質及び速度に関し許容しうる結果

を発生することが確かめられた。フィルタ処理の特定の例は付与すべきぼけの程度及びタイプに依存する。

フォーカス／デフォーカスの見かけを与える適切な技術はブロック内の各画素にコンボリューションフィルタを適用するものであるが、後述するようにブロックのエッジに近い画素に対し特別な技術が必要とされる。コンボリューションフィルタリングの一般的技術の説明は上述したFoleyのテキストブックの628-634頁に記載されている。このフィルタは、各ブロックごとに、画像に対する所定の焦点深度 Z_F に近いデプスを有する画像のブロック内の画素の位置ではフィルタが殆ど又は全く作用しないように選択する。ブロックのデプスが焦点深度からはずれるにつれて、フィルタは図2に示すように画像を一層強くぼけさせる必要がある。これは、各画素のRGB値に可変長（ x 及び y 方向）のぼけフィルタを適用することに相当する。フィルタの長さは各ブロックごとに関心のある物体のデプスの近似値と焦点深度値との比較に基づいて適応させる。

ブロックごとのデプス値 Z_B の選択はブロック内の画素のそれぞれのデプス値 Z_P に基づいて幾つかの方法で行うことができる。速度が重要である場合には、ブロックデプス値として最大値又は最小値、又は両者の中央値を取る簡単な技術を用いる。もっと長い時間及び／又は大きな処理能力を使用できる場合、特に（上述したように）MP EGストリーム挿入用にデプス値を予め計算する場合には、多数決選択（ブロック内の最大の数の画素が共通に有するデプス値）により、又はブロック内の種々のデプス値の平均化により一層正確な値を得ることができる。後者の技術は、その値の発生回数で平均化した値又はそれから導出した指数の重み付けを含むのが好ましい。縮小画像（ブロックサイズのファクタで縮小された）を発生する場合には他の技術を使用し、縮小画像の画素単位デプス値を取り、それらの値をフルサイズ画像の対応するブロックに与えることができる。

図1に戻り説明すると、ステップBにおけるフィルタリングの性質のために、フィルタリングはブロックのエッジからカーネルサイズの半分以上の距離に位置するブロック内の画素（図1Cにハッチングしてない区域16で示す）に直接適

用しうるのみである。これはブロックのエッジの画素に対し周囲の画素がフルカーネルを形成するには不十分であるためである。

フィルタ処理したブロックを画像内に戻したとき、収縮又は隙間の発生を避けるために、フィルタリング中にパディング処理を適用して画素区域18（図1のハッチングした区域）を充填してブロックをもとのサイズに戻すことができる。ページ（スクリーン）エッジの慣例のフィルタカーネルに対し使用され、フルフィルタカーネルが得られないときに使用する画素値を発生するいくつかのパディング技術が既知であり、これらの技術は区域18を充填するのに使用することができる。これらの技術には、画素エッジ値を反復させるもの、又はブロックの反対エッジから値を”巻き付ける”により正しい一般順序の十分な値を与えて境界区域内の画素に中心が位置するフィルタカーネルを構成するものがある。また、抽出ステップでオーバーラップブロックを抽出することができる（例えば12×12のオーバーラップブロックを抽出して10×10フィルタ処理ブロックを与えることができる）が、パディングが依然として画像エッジのブロックに対し必要とされる。どの技術を選択しても、その主目的は画質よりも実行速度の高速化／容易化にあるので、高速実行が可能になる。これは特に最大のぼけが指定された区域に対してそうであり、ぼけを付与する主目的が、観察者の注意をぼけ付与区域からそらし、画像の合焦区域にむけることにあるためである。

プロセスの最終ステップにおいて、図1Dに示すように、フィルタ処理した（及びパディング処理した）ブロックをもとの画像に戻し、又は必要に応じ、他のメモリの適切な位置に戻し、次にフィルタ処理のために次のブロックを抽出する。

焦点F（観察者が注視する画像内の場所のデプス値 Z_F に実効的に相当する）が指定された場合、フォーカス／デフォーカスの見かけを与えるために、焦点深度に近いデプスを有する画像内の画素ブロックに対し画像を鮮明にする必要があるが、画素のデプスが焦点深度からはずれるにつれて（観察者の位置に接近してもしなくてもよい）、画像は図2に示すように一層ぼけたものにする必要がある。図2において直線トレース20及び20'は次の方程式：

$$B = (Z_F - Z_B / Z_F) B_{MAX}$$

に従う。

トレース22により示されるような非線形ぼけ生成プロファイルをコンボリユーションフィルタリングステージにより導出して、例えば一層広い”インフォーカス”デプス範囲を与えると同時に距離の増大につれて一層鋭く増大するぼけレベルを与えることもできること明らかである。

焦点Fからの所定の偏差に対するぼけの程度は、更に、図3に示すように、他の値、被写体深度Dにより決定することもできる。被写体深度Dは許容最大Z値及び最小Z値間の差であり、ぼけの程度の増大は小さいDに対し大きくするのが好ましい。図に示すように、指定された最大程度のぼけ B_{MAX} に対し、ぼけは被写体深度Dが大きいとき($D_2 = Z_{MAX2} - Z_{MIN2}$)より小さいとき($D_1 = Z_{MAX1} - Z_{MIN1}$)の方がデプスの変化に対し急速に増大する。

ぼけ生成アルゴリズムを実現するのに必要な処理は後処理技術として適用され、即ち発生された完全な画像に適用される。この処理は、例えば画像が表示バッファからスクリーンに読み出され、これと同期して画像のデプス値もZバッファメモリから読み出されるとき、実行することができる。用途に応じて、Zバッファメモリは、このようなシステムの表示バッファがそうであるように、ダブルバッファにして、次のフレームの発生中に、Z値を表示フレームに対し使用可能なままにする必要がある。

或いは又、“スクリーンスペース”型メカニズムを使用し、最終画像を一時に1ライン(又はブロックライン)づつの画像にする。この場合には初期画像バッファ要件(及び従ってZバッファ要件)が 3×3 カーネルを有する 10×10 ブロックベーススクリーンに対し12画素ライン以下に減少する。

図4は、ダブルフレームバッファ30、ダブルZバッファ32及び計算及びコンボリユーションフィルタリング段34の配置を示し、これらのバッファがイメージソース36からのそれぞれの出力を受信し、変更された出力画素値RGB'のストリームがフレームバッファ30からディスプレイ(図示せず)に読み出される。フレームバッファ及びZバッファはほぼ等しい容量を有し、例えば384

×256画素スクリーンに対しては、1画素(RGB)につき3バイトとして、2つのフルフレームを格納するのに約60kバイトが必要とされる。各Z値に割り当てられる対応する3バイト(24ビット)はかなり細かいデプス分解能に対し十分である。計算及びコンボリューションフィルタリング段34に、焦点F(

又は焦点深度 Z_f)用の他の入力端子38を設けるとともに、上述した被写体深度D用の他のオプション入力端子40を設けることができる。 Z_f 及び/又はDの値はシステムにより決定することができ、又はこれらの入力的一方又は両方はユーザが入力することもでき、この場合には入力端子38及び40をキーボードのようなユーザ入力装置からの信号を受信するように接続する。

以上の説明から明らかなように、本発明はコンピュータ発生グラフィック画像にフォーカス/デフォーカス効果を与える比較的簡単に計算に費用がかからない(安価にハードウェア実現しうる)技術を提供するものである。後処理技術であるから、グラフィック発生器を変更する必要がなく、本発明はこのような発生器に、出力段として組み込むことができる。

本発明の以上の説明を読めば、多くの変更が当業者により考えられる。これらの変更は、グラフィック操作及び処理装置及びその構成部品の分野において既知の特徴であって本発明の上述した特徴の代わりに、又はこれらの特徴に加えて使用しうる他の特徴を含むことができる。また、請求の範囲は形式的に特定の特徴の組合せとして記載しているが、本発明の範囲はここに明示した又は明示していない新規な特徴又は新規な組み合わせも、本発明が解決すべき技術的問題のどれか又はすべてを緩和するかしないかに関係なく、含むものと理解されたい。出願人は本願の手続き中にこのような特徴又はこのような特徴の組合せをクレームするかもしれない、またこれから他の出願をするかもしれない点に注意されたい。

【図1】

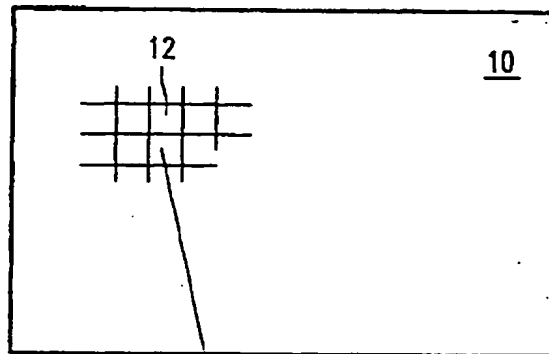


FIG. 1A

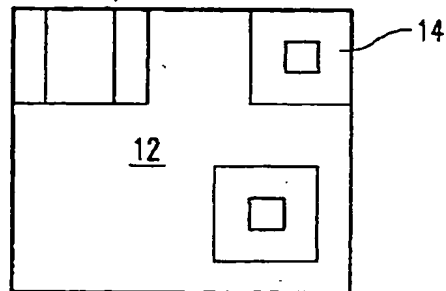


FIG. 1B

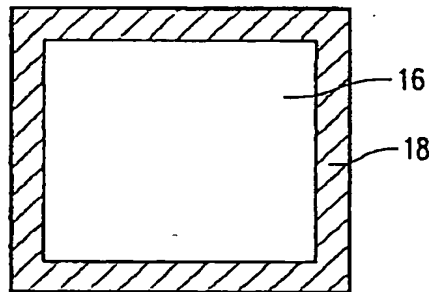


FIG. 1C

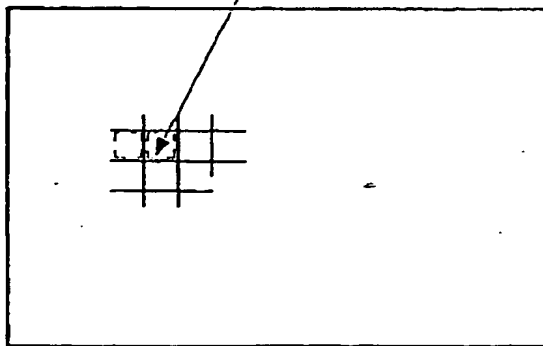


FIG. 1D

【図 2】

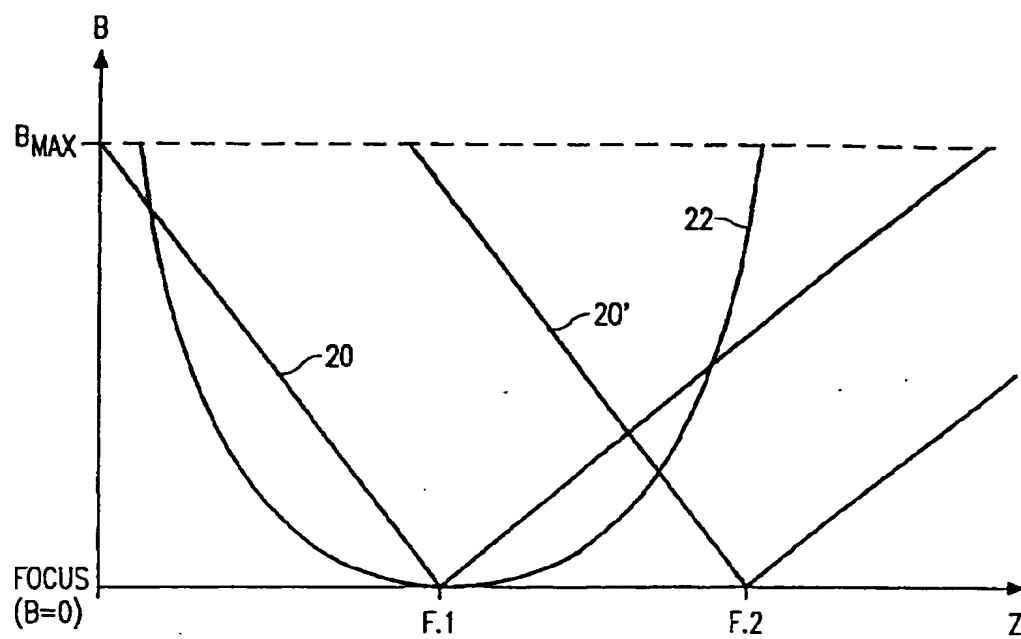


FIG. 2

【图3】

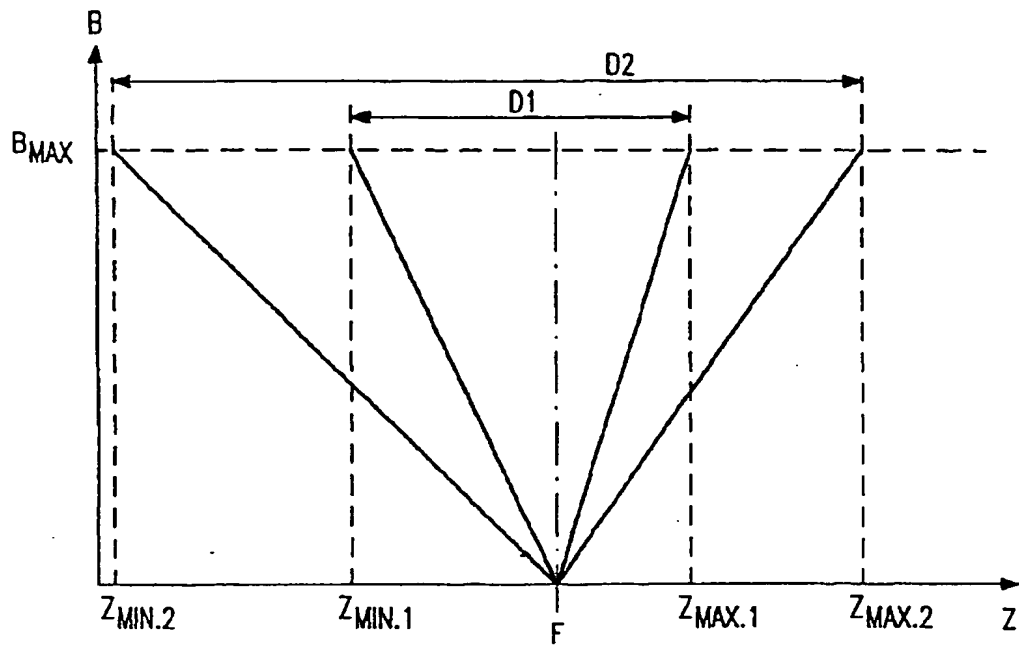


FIG. 3

【図4】

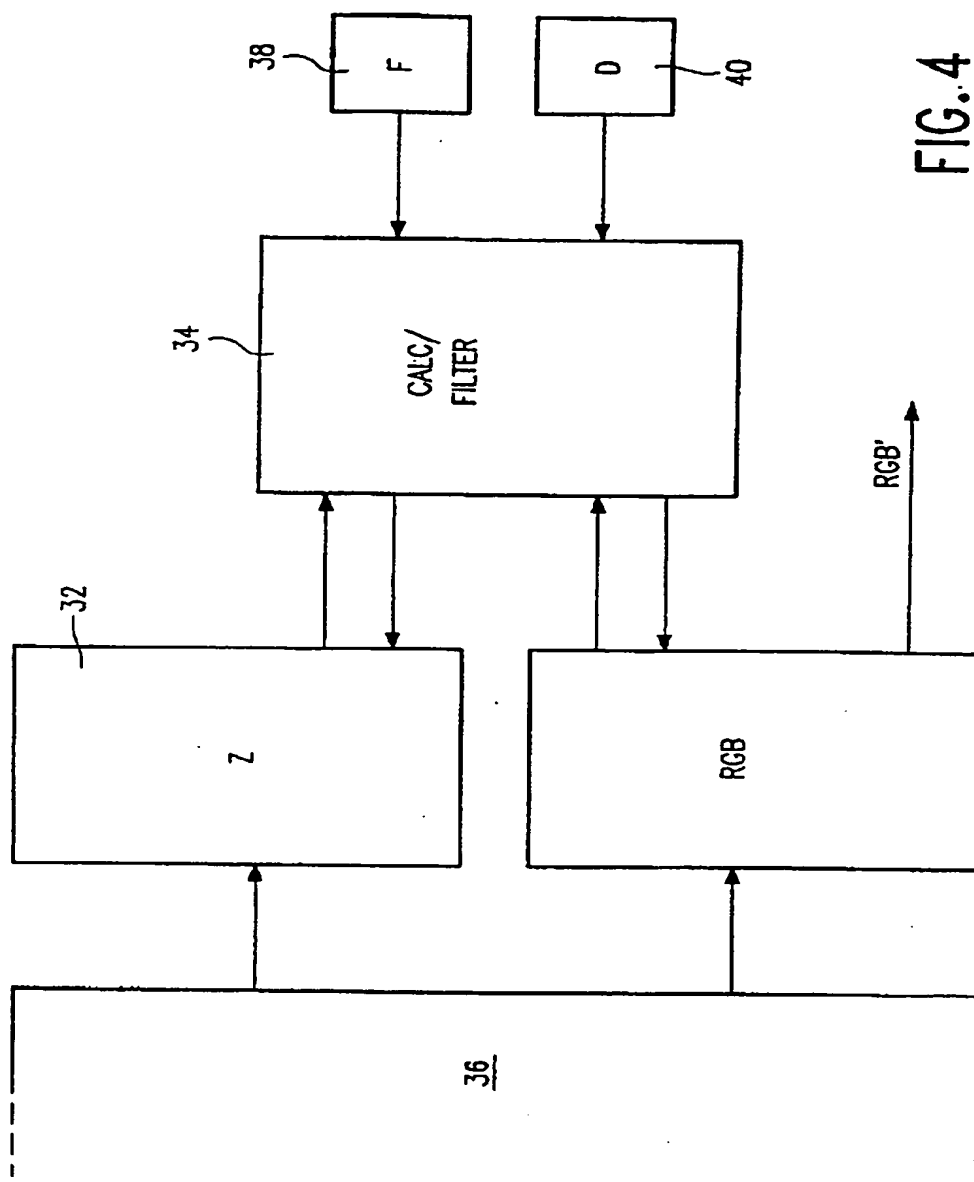


FIG. 4

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB 97/00733

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC6: G06T 15/00, G06T 15/10 // G06T 5/00 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC6: G06F, G06T		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
SE,DK,FI,NO classes as above		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
WPI INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 9614621 A1 (PHILIPS ELECTRONICS N.V.), 17 May 1996 (17.05.96), abstract --	1-11
A	EP 0610080 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.), 10 August 1994 (10.08.94), abstract -- -----	1-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier documents but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principles or theory underlying the invention "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
7 January 1998		07-01-1998
Name and mailing address of the ISA/ Swedish Patent Office Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM Facsimile No. +46 8 666 02 86		Authorized officer Malin Keijser Telephone No. +46 8 782 25 00

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

02/12/97

International application No.

PCT/IB 97/00733

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9614621 A1	17/05/96	EP 0737343 A GB 9422089 D JP 9507935 T	16/10/96 00/00/00 12/08/97
EP 0610080 A1	10/08/94	JP 6231273 A US 5570433 A	19/08/94 29/10/96